

# EUROPEAN PATENT OFFICE

## Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2002371893  
PUBLICATION DATE : 26-12-02

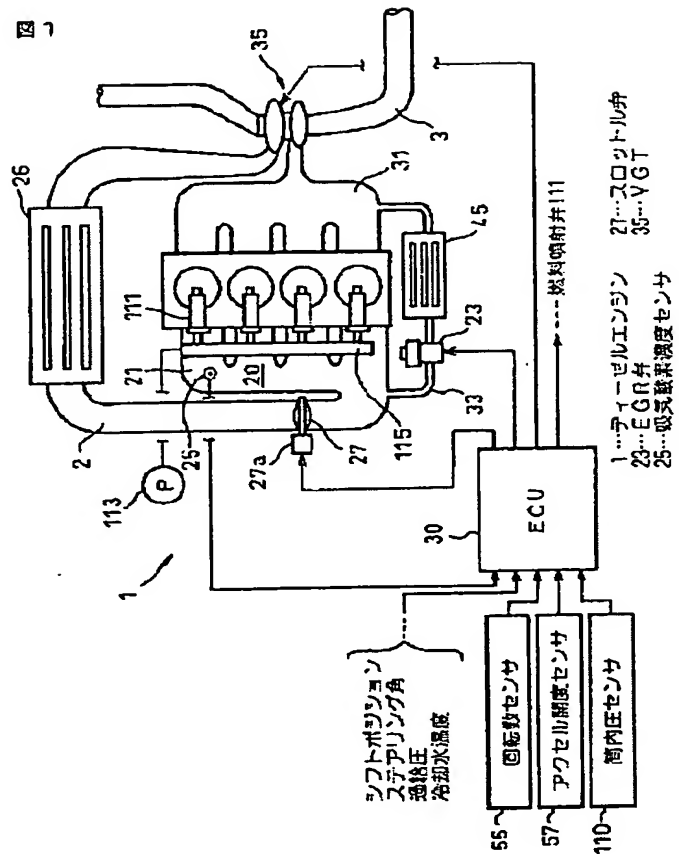
APPLICATION DATE : 15-06-01  
APPLICATION NUMBER : 2001182298

APPLICANT : TOYOTA MOTOR CORP;

INVENTOR : MATSUNAGA AKIO;

INT.CL. : F02D 41/14 F01N 3/08 F02B 37/00  
F02B 37/24 F02D 9/02 F02D 21/08  
F02D 23/00 F02D 41/04 F02D 45/00  
F02M 25/07

TITLE : CONTROL DEVICE FOR INTERNAL COMBUSTION ENGINE



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To accurately control an NOX generation amount of an internal combustion engine.

SOLUTION: An electronic control unit(ECU) 30 of an engine 1 detects the combustion pressure and the intake oxygen concentration by a cylinder pressure sensor 110 and an intake oxygen concentration sensor 25, and calculates the NOX generation amount of the engine by using an enlarged Zeldovich mechanism on the basis of a combustion temperature and a concentration of an air-fuel mixture calculated on the basis of the combustion pressure and the intake oxygen concentration. The deviation of a NOX generation amount target value determined on the basis of an engine operating condition and an estimated NOX generation amount is converted into the deviation of target intake oxygen concentration and the present intake oxygen concentration, and an opening of an EGR valve 23, an opening of a throttle valve 27 and a VGT 35 are controlled to make the oxygen concentration deviation zero. Whereby, the NOX generation amount of the engine can be directly controlled, and the NOX generation amount can be controlled accurately.

COPYRIGHT: (C)2003,JPO

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] An inhalation-of-air presentation detection means to be an internal combustion engine's control unit and to detect the information about an engine inhalation-of-air presentation, An amount presumption means of NOX generation to presume the amount of NOX generation at the time of engine combustion based on a cylinder internal pressure detection means to detect engine cylinder internal pressure, and said detected inhalation-of-air presentation information and engine cylinder internal pressure, A NOX desired value setting means to set up a NOX generation weight label value based on engine operational status, The deflection of the amount estimate of NOX generation which said amount presumption means of NOX generation presumed, and the NOX generation weight label value which said NOX desired value setting means set up An oxygen density deflection calculation means to convert into the deflection of the desired value of an inhalation-of-air oxygen density required in order to make the amount of NOX generation agree in said NOX generation weight label value, and a current actual inhalation-of-air oxygen density, An internal combustion engine's control unit equipped with the control means which controls the control member of the engine inhalation-of-air system which affects an engine inhalation-of-air oxygen density so that the oxygen density deflection computed by said oxygen density deflection calculation means becomes zero.

[Claim 2] Said control means is a control unit of an internal combustion engine according to claim 1 which performs open loop control which controls the control member of said engine inhalation-of-air system to the set point which becomes settled according to this inhalation-of-air oxygen density desired value while computing inhalation-of-air oxygen density desired value based on said oxygen density deflection and a current inhalation-of-air oxygen density.

[Claim 3] Said control means is a control unit of an internal combustion engine according to claim 1 which carries out feedback control of the control member of said engine inhalation-of-air system so that said oxygen density deflection may become zero.

[Claim 4] the heat rate at the time of the combustion which computed said amount presumption means of NOX generation based on said inhalation-of-air presentation information and engine cylinder internal pressure, and gaseous mixture -- the control unit of an internal combustion engine given in any 1 term of claim 1 to claim 3 which presumes the amount of NOX generation based on concentration.

[Claim 5] Furthermore, it has a fuel distribution information generation means which becomes settled based on engine operational status to generate the information about the charge distribution of gas column internal combustion based on the fuel-injection parameter which contains fuel injection timing at least. said amount presumption means of NOX generation -- said inhalation-of-air presentation information and cylinder internal pressure, and said fuel distribution information -- being based -- the gaseous mixture at the time of said combustion -- the gaseous mixture at the time of the combustion which computed and computed concentration -- the control unit of an internal combustion engine according to claim 4 which presumes the amount of NOX generation at the time of engine combustion based on concentration and said heat rate.

[Claim 6] Furthermore, the control unit of an internal combustion engine according to claim 5 equipped with a fuel-injection parameter setup means to compute said fuel-injection parameter based on the engine output-torque demand of an engine operator presumed from the present engine operational status which contains an operator's accelerator control input at least.

[Claim 7] Said fuel-injection parameter setup means is the control unit of an internal combustion engine according to claim 6 equipped with a correction means to correct the fuel-injection parameter computed based on said engine output-torque demand based on the deflection of said amount estimate of NOX generation, and a NOX generation weight label value.

[Claim 8] Said inhalation-of-air presentation detection means is the control unit of an internal combustion engine given in any 1 term of claim 1 to claim 7 equipped with the inhalation-of-air oxygen density sensor which detects the oxygen density under engine inhalation of air at least.

[Claim 9] The control member of the engine inhalation-of-air system which affects said engine inhalation-of-air oxygen density is the control unit of an internal combustion engine given in any 1 term of claim 1 to claim 8 which contains at least at least one of the EGR equipment which controls the amount of exhaust gas recirculation to inhalation of air, the supercharge control unit which controls an engine's charge pressure, and the throttle equipment which controls an engine inhalation air content.

---

[Translation done.]

\* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

DETAILED DESCRIPTION

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the control unit of the internal combustion engine which can manage correctly the amount of NOX(s) generated in an engine in a detail about an internal combustion engine's control unit.

[0002]

[Description of the Prior Art] In order to reduce NOX generated in an internal combustion engine's combustion chamber, the attempt which controls an engine's combustion condition is made from the former. Although it is effective to reduce an engine's combustion temperature by EGR which makes inhalation of air circulate through a part of exhaust air of an engine in order to reduce the amount of generation of NOX, a kind of trade-off is between an engine's amount of NOX generation, and an engine output and fuel consumption, and changing all into the optimal condition has a difficult problem. For this reason, it is necessary to optimize engine operational status so that an engine's amount of NOX generation can be reduced as much as possible after taking an engine output and fuel consumption into consideration.

[0003] Thus, as an example of the control unit of the internal combustion engine which tried to rationalize the amount of NOX generation in consideration of an engine output and fuel consumption, there are some which were indicated by JP,11-236833,A, for example. a combustion stage [ in / by adjusting control parameters, such as closing motion timing of an engine induction-exhaust valve, and the amount of EGR(s), based on engine operation parameters, such as loaded condition, engine cylinder internal pressure, and an exhaust air air-fuel ratio, in the compression ignition engine which the equipment of this official report injects a fuel to an engine suction port, and supplies a fuel in a gas column in the form of premixed air / a combustion chamber ], and gaseous mixture -- he is trying to control change of concentration and cylinder internal pressure the equipment of this official report controls an engine control parameter to a precision according to engine operational status in this way -- engine exhaust air -- coexistence with reduction of description, especially the amount of NOX generation and reservation of the optimal engine output for engine operational status is aimed at.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Although the equipment of above-mentioned JP,11-236833,A is controlling the engine control parameter to the precision based on engine operation parameters, such as loaded condition, engine cylinder internal pressure, and an exhaust air air-fuel ratio, it has not necessarily managed the amount of NOX generation in combustion itself directly, and does not have a guarantee that NOX under exhaust air is reduced, either. Moreover, as mentioned above, the relation of a trade-off between the amount of generation of NOX, and an engine output and fuel consumption is, but with the equipment of the above-mentioned official report, since neither the amount of NOX generation nor an engine output nor fuel consumption is managed directly, if these one changes by actual operation, it will separate from the amount of NOX generation from desired value, and it cannot manage the amount of NOX generation correctly. This invention aims at offering the control unit of the internal combustion engine which can manage the amount of NOX generation in an engine correctly in view of the above-mentioned problem.

[0005]

[Means for Solving the Problem] An inhalation-of-air presentation detection means according to invention according to claim 1 to be an internal combustion engine's control unit and to detect the information about an engine inhalation-of-air presentation, An amount presumption means of NOX generation to presume the amount of NOX generation at the time of engine combustion based on a cylinder internal pressure detection means to detect engine cylinder internal pressure, and said detected inhalation-of-air presentation information and engine cylinder internal pressure, A NOX desired value setting means to set up a NOX generation weight label value based on engine operational status, The deflection of the amount estimate of NOX generation which said amount presumption means of NOX generation presumed, and the NOX generation weight label value which said NOX desired value setting means set up An oxygen density deflection calculation means to convert into the deflection of the desired value of an inhalation-of-air oxygen density required in order to make the amount of NOX generation agree in said NOX generation weight label value, and a current actual inhalation-of-air oxygen density, An internal combustion engine's control unit equipped with the control means which controls the control member of the engine inhalation-of-air system which affects an engine inhalation-of-air oxygen density is offered so that the oxygen density deflection computed by said oxygen density deflection calculation means may become zero.

[0006] That is, in invention of claim 1, the amount of NOX(s) generated in an engine based on engine inhalation-of-air presentation information (for example, inhalation-of-air oxygen density etc.) and cylinder internal pressure is presumed. Furthermore, based on engine operational status, a NOX generation weight label value is set up as the minimum amount of NOX(s) in the range in which an engine output and fuel consumption do not get worse. Furthermore, the deflection of this desired value and estimate is converted into inhalation-of-air oxygen density deflection, and the control members (for example, a throttle valve, EGR equipment, a supercharger, etc.) of an inhalation-of-air system are controlled so that deflection becomes zero. The amount of generation of NOX in an engine is controlled by this by the desired value according to engine operational status, and an engine's NOX yield comes to be managed correctly.

[0007] According to invention according to claim 2, while said control means computes inhalation-of-air oxygen density desired value based on said oxygen density deflection and a current inhalation-of-air oxygen density, the control unit of an internal combustion engine according to claim 1 which performs open loop control which controls the control member of said engine inhalation-of-air system to the set point which becomes settled according to this inhalation-of-air oxygen density desired value is offered.

[0008] That is, inhalation-of-air oxygen density desired value is computed from oxygen density deflection and a current inhalation-of-air oxygen density, and a control member is controlled by invention of claim 2 by the value defined according to the computed desired value. Thereby, an inhalation-of-air oxygen density is adjusted to desired value for a short time, and oxygen density deflection is controlled by zero.

[0009] According to invention according to claim 3, the control unit of an internal combustion engine according to claim 1 with which, as for said control means, said oxygen density deflection carries out feedback control of the control member of said engine inhalation-of-air system so that it may become zero is offered.

[0010] That is, in invention of claim 3, since feedback control of the control member of an inhalation-of-air system will be carried out so that this oxygen density deflection may become zero if oxygen density deflection is computed, finally it is correctly completed as zero by oxygen density deflection.

[0011] the heat rate at the time of the combustion which computed said amount presumption means of NOX generation based on said inhalation-of-air presentation information and engine cylinder internal pressure according to invention according to claim 4, and gaseous mixture -- any 1 term of claim 1 to claim 3 which presumes the amount of NOX generation based on concentration is provided with the control unit of the internal combustion engine of a publication.

[0012] namely, the heat rate in a gas column at the time of the combustion computed in invention of claim 4 based on inhalation-of-air presentation information and engine cylinder internal pressure and gaseous mixture -- the amount of NOX generation is presumed based on concentration. Combustion models, such as for example, an expansion ZERUDOBITCHI (ZELDOVICH) device, can be used

for presumption of this amount of NOX generation.

[0013] According to invention according to claim 5, based on engine operational status, become settled further. It has a fuel distribution information generation means to generate the information about the charge distribution of gas column internal combustion based on the fuel-injection parameter which contains fuel injection timing at least. Concentration is computed. said amount presumption means of NOX generation -- said inhalation-of-air presentation information and cylinder internal pressure, and said fuel distribution information -- being based -- the gaseous mixture at the time of said combustion -- the gaseous mixture at the time of the computed combustion -- the control unit of an internal combustion engine according to claim 4 which presumes the amount of NOX generation at the time of engine combustion based on concentration and said heat rate is offered.

[0014] namely, -- invention of claim 5 -- the gaseous mixture at the time of combustion -- the charge distribution information of gas column internal combustion which becomes settled based on engine operational status in the case of calculation of concentration, for example, was generated based on fuel-injection parameters, such as fuel injection timing and fuel oil consumption, is used. Although it is also possible to compute based on inhalation-of-air presentation information and cylinder internal pressure using the fixed fuel distribution assumed beforehand, the charge distribution information of gas column internal combustion the fuel distribution information which becomes settled according to actual engine operational status -- using -- inhalation-of-air presentation information and cylinder internal pressure -- being based -- gaseous mixture -- by computing concentration, it becomes possible more to good-presume the amount of NOX generation to accuracy, and it becomes possible to manage the amount of NOX generation to accuracy more.

[0015] According to invention according to claim 6, the control unit of an internal combustion engine according to claim 5 equipped with a fuel-injection parameter setup means to compute said fuel-injection parameter further based on the engine output-torque demand of an engine operator presumed from the current engine operational status which contains an operator's accelerator control input at least is offered.

[0016] That is, in invention of claim 6, a fuel-injection parameter is defined based on an engine output-torque demand of an operator. It becomes possible to manage the amount of NOX generation correctly also in the engine which performs the so-called torque demand control which controls an engine by making a power torque demand into a parameter by this.

[0017] According to invention according to claim 7, the control unit of an internal combustion engine according to claim 6 with which said fuel-injection parameter setup means was equipped with a correction means to correct the fuel-injection parameter computed based on said engine output-torque demand based on the deflection of said amount estimate of NOX generation and a NOX generation weight label value is offered.

[0018] That is, in invention of claim 7, since the fuel-injection parameter which becomes settled from an engine output-torque demand of an operator is corrected based on the deflection of the amount estimate of NOX generation, and a NOX generation weight label value, it becomes possible to perform cooperative control of the so-called engine output and the amount of NOX generation which bring the amount of NOX generation close to desired value, filling an output-torque demand of an operator as much as possible.

[0019] According to invention according to claim 8, any 1 term of claim 1 to claim 7 which said inhalation-of-air presentation detection means equipped with the inhalation-of-air oxygen density sensor which detects the oxygen density under engine inhalation of air at least is provided with the control unit of the internal combustion engine of a publication.

[0020] That is, in invention of claim 9, an inhalation-of-air oxygen density sensor is used at least as an inhalation-of-air presentation detection means. Since an inhalation-of-air oxygen density has the amount of generation of NOX, and strong correlation, presumption of the exact amount of NOX generation of it is attained by presuming the amount of NOX generation based on inhalation-of-air oxygen density information.

[0021] According to invention according to claim 9, any 1 term of claim 1 to claim 8 in which the control member of the engine inhalation-of-air system which affects said engine inhalation-of-air oxygen density contains at least at least one of the EGR equipment which controls the amount of

exhaust gas recirculation to inhalation of air, the supercharge control unit which controls an engine's charge pressure, and the throttle equipment which controls an engine inhalation air content is provided with the control unit of the internal combustion engine of a publication.

[0022] That is, by invention of claim 9, as a control member of an engine inhalation-of-air system, since at least one of EGR equipment, a charge pressure control unit, and the throttle equipment is used at least, an inhalation-of-air oxygen density is controlled by high responsibility.

[0023]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, the operation gestalt of this invention is explained using an accompanying drawing. Drawing 1 is drawing explaining the outline configuration of the operation gestalt which applied this invention to the diesel power plant for automobiles. In drawing 1, the surge tank with which a diesel-power-plant body and 2 were prepared in the inhalation-of-air path of an engine 1, and 20 was prepared for 1 in the inhalation-of-air path 2, and 21 are inhalation-of-air branch pipes which connect a surge tank 20 and the suction port of each gas column. With this operation gestalt, the throttle valve 27 which extracts the flow rate of the inhalation air which flows the inhalation-of-air path 2, and the intercooler 26 which cools inhalation of air are formed in the inhalation-of-air path 2. A throttle valve 27 is equipped with actuator 27a of proper formats, such as a solenoid and a vacuum actuator, and takes the opening according to the control signal from the electronic control unit (ECU) 30 mentioned later.

[0024] The pressure up of the atmospheric air which flowed into the inhalation-of-air path 2 is carried out by the compressor of the exhaust air supercharger (turbocharger) 35, and it is inhaled by each gas column through the back surge tank 20 and branch pipe 21 which were cooled by the intercooler 26 prepared in the inhalation-of-air path 2. What 111 shows to drawing 1 is a fuel injection valve which injects a direct fuel in each gas column. The fuel injection valve 111 is connected to the common accumulator (common rail) 115 which stores a high-pressure fuel. The pressure up of the fuel for an engine 1 is carried out by the high-pressure fuel pump 113, it is supplied to a common rail 115, and is directly injected in each gas column through each fuel injection valve 111 from a common rail 115.

[0025] Furthermore, with this operation gestalt, the cylinder internal pressure sensor 110 which detects cylinder internal pressure is formed in an engine's 1 gas column. Although the cylinder internal pressure which it is prepared in one of the gas columns of an engine (for example, the 1st cylinder), and was detected by this cylinder internal pressure sensor 110 is used for a cylinder internal pressure sensor as central value of the cylinder internal pressure all the engine's gas columns with this operation gestalt, it forms a cylinder internal pressure sensor in each gas column, and you may make it detect the cylinder internal pressure of each gas column according to an individual.

[0026] Moreover, a turbocharger shows that 31 shows to drawing 1 by the exhaust manifold which connects the exhaust air port and flueway 3 of each gas column, and 35. The turbocharger 35 is equipped with the exhaust gas turbine driven with exhaust air of a flueway 3, and the inhalation-of-air compressor driven by this exhaust gas turbine. The turbocharger 35 is set to the so-called VGT (variable geometry turbocharger) which equipped the compressor inlet port with the movable guide vane with this operation gestalt. In VGT, the rotational frequency of a compressor becomes possible [ changing the compression ratio in an inhalation-of-air compressor also in the fixed condition ] by changing the include angle of a movable guide vane and changing whenever [ to the impeller of an inhalation-of-air compressor / inhalation-of-air fluid inlet angle ].

[0027] For this reason, it is possible to change charge pressure to responsibility fitness with this operation gestalt compared with the case where an inhalation-of-air compressor (charge pressure) is controlled by the rotational frequency of a turbocharger 35. Furthermore, with this operation gestalt, the EGR equipment which makes an inhalation-of-air system circulate through a part of engine exhaust air is formed. EGR equipment is equipped with EGR cooler 45 prepared in the EGR path of the EGR valve [ which has been arranged on the EGR path 33 which opens an exhaust manifold 31 and the inhalation-of-air surge tank 20 for free passage, and the EGR path 33 ] 23, and EGR valve 23 upstream. The EGR valve 23 is equipped with actuators which are not illustrated, such as a stepper motor and a solenoid actuator, takes the opening according to the control signal from ECU30, and controls the EGR gas flow rate which flows into the inhalation-of-air surge tank 20 through the EGR path 33.



[0028] Moreover, with this operation gestalt, the inhalation-of-air oxygen density sensor 25 which detects the oxygen density under engine inhalation of air is arranged at an engine's 1 surge tank 20. The oxygen density under engine inhalation of air changes with the exhaust air flow rates supplied to an inhalation-of-air system by EGR equipment. The inhalation-of-air oxygen density sensor 25 detects the actual oxygen density under inhalation of air supplied in a gas column during engine operation. ECU30 presumes the amount of NOX(s) generated by an engine's combustion based on the output of the inhalation-of-air oxygen density sensor 25, and cylinder internal pressure sensor 110 output so that it may mention later.

[0029] It is the electronic control unit (ECU) of an engine 1 which 30 shows to drawing 1. ECU30 of this operation gestalt is constituted as a microcomputer of a well-known configuration, and is considered as the configuration which connected CPU, RAM, ROM, input port, and an output port mutually by the bidirectional bus. ECU30 performs basic control, such as fuel-injection control of an engine 1 and revolving speed control, and also so that it may mention later with this operation gestalt. An amount presumption means of NOX generation to presume the amount of NOX generation by an engine's combustion based on the gas column cylinder internal pressure detected by the cylinder internal pressure sensor 110, and the inhalation-of-air oxygen density detected by the inhalation-of-air oxygen density sensor 25. A NOX desired value setting means to set up a NOX generation weight label value based on engine operational status. The presumed amount of NOX generation so that an oxygen density deflection calculation means to convert into the deflection of an inhalation-of-air oxygen density and a target oxygen density, and this oxygen density deflection may become zero about deflection with said NOX generation weight label value. It is functioning as each means, such as the EGR valve 23, a throttle valve 27, and a control means that controls VGT35.

[0030] In order to perform these control, the output of the cylinder internal pressure sensor 110 and the inhalation-of-air oxygen density sensor 25 is inputted, and also the signal corresponding to an engine speed and the signal corresponding to an operator's amount of accelerator pedal treading in (accelerator opening) are inputted into the input port of ECU30, respectively from the engine-speed sensor 55 arranged near the crankshaft of an engine 1, and the accelerator opening sensor 57 arranged near the engine accelerator pedal. Furthermore, the signal with which other operational status, such as a shift position of a car change gear, a steering angle (rudder angle), charge pressure, and a circulating water temperature, is expressed in addition to each above-mentioned sensor output is inputted into the input port of ECU30 from the sensor which corresponds, respectively.

[0031] It connects with the fuel injection valve 111 of an engine 1 through the fuel-injection circuit which is not illustrated, and the output port of ECU30 is controlling the fuel oil consumption and fuel injection timing from a fuel injection valve 111. Moreover, it connects with the actuator of the EGR valve 23, a throttle valve 27, and the movable guide vane of VGT35 through the drive circuit which is not illustrated, respectively, and the output port of ECU30 is controlling the opening of the EGR valve 23 and a throttle valve 27, and the movable guide-vane travel of VGT35.

[0032] Next, the control to the desired value of the amount of NOX generation in this operation gestalt is explained. To mention later, an engine's amount of NOX generation is presumed, and the amount of NOX generation is controlled by this operation gestalt so that this amount of presumed NOX generation becomes equal to a NOX generation weight label value. Therefore, in the following explanation, the control to the desired value of the amount of NOX generation is called "NOX feedback control."

[0033] First, presumption of the amount of NOX generation of this operation gestalt is explained. With this operation gestalt, well-known combustion models, such as for example, an expansion ZERUDOBITCHI (ZELDOVICH) device, are used for presumption of the amount of NOX generation in combustion. the amount of generation of NOX in combustion -- general -- combustion temperature and gaseous mixture -- it becomes a function with concentration. combustion models, such as a modified Zeldevich's mechanism, -- combustion temperature and gaseous mixture -- the NOX concentration generated by combustion is computed by inputting concentration. therefore, combustion temperature [ in / in order to presume the amount of NOX generation (concentration) using combustion models, such as a modified Zeldevich's mechanism, / combustion ] and gaseous mixture -- it is necessary to get to know concentration

[0034] the oxygen density under inhalation of air detected by the pressure variation and the



inhalation-of-air oxygen density sensor 25 in the gas column in 1 combustion cycle detected by the cylinder internal pressure sensor 110 with this operation gestalt, and fuel distribution of a combustion chamber -- being based -- combustion temperature and gaseous mixture -- concentration is computed. That is, if cylinder internal pressure and the change property in the combustion cycle are known, the heat rate in the combustion cycle in a gas column will be searched for from these. It means what rate of combustion has produced the heat rate to which timing of a combustion cycle. therefore, the gaseous mixture at the time of a heat rate and combustion -- it can ask for combustion temperature using a presentation (oxygen density).

[0035] on the other hand -- gaseous mixture -- concentration is computable from the oxygen density under inhalation of air, and distribution of the fuel injected in the cylinder. Moreover, the charge distribution of cylinder internal combustion becomes settled by fuel-injection parameters, such as fuel injection timing and injection quantity, and the design items (injection pattern etc.) of a fuel injection valve. Therefore, it becomes possible to presume the amount of NOX generation (or NOX concentration) based on combustion models, such as a modified Zeldevich's mechanism, by using the inhalation-of-air oxygen density detected by the cylinder internal pressure detected by the cylinder internal pressure sensor as input, and the oxygen density sensor, and a fuel-injection parameter.

[0036] With this operation gestalt, feedback control of the amount of NOX generation is carried out so that the amount estimate of NOX generation computed by the above may become equal to the desired value of the amount of NOX generation determined from an engine's operational status. Here, the desired value of the amount of NOX generation is set up as the minimum amount of NOX (s) in the range in which fuel consumption and an output torque do not get worse in current engine operational status (lower limit). Generally between the variation of the amount of NOX generation, and the variation of an inhalation-of-air oxygen density, it is known that there is a correlation. For this reason, based on deflection with the amount of target NOX generation defined based on the current amount of NOX generation (estimate) and the engine operational status which were searched for by the above, by using the above-mentioned correlation, if which changes a current inhalation-of-air oxygen density, the amount of NOX generation will be calculated for the deflection of a current inhalation-of-air oxygen density and a target inhalation-of-air oxygen density in accordance with desired value.

[0037] The amount of NOX generation is made in agreement with the amount of target NOX generation with this operation gestalt by operating the inhalation-of-air system control member of the EGR valve 23, VGT35, and throttle-valve 27 grade so that an inhalation-of-air oxygen density may be in agreement with a target oxygen density so that the deflection of the inhalation-of-air oxygen density for which it asked by the above may become zero. For example, if the opening of the EGR valve 23 is increased, since the exhaust air flow rate through which it circulates in an inhalation-of-air system through the EGR path 33 increases, the new air volume under inhalation of air will decrease relatively, and an inhalation-of-air oxygen density will fall. Moreover, if the opening of a throttle valve 27 is reduced, the new air volume which flows into a surge tank 20 from the inhalation-of-air path 2 decreases, and since the exhaust air flow rate through which it circulates through the EGR path 33 at an inhalation-of-air system to coincidence increases, an inhalation-of-air oxygen density will fall similarly.

[0038] On the other hand, if the movable guide vane of VGT35 is operated in the direction in which charge pressure goes up, even if throttle-valve 27 opening and the opening of the EGR valve 23 are the same, the new air volume supplied to an engine will increase. For this reason, an inhalation-of-air oxygen density increases. Therefore, when only the amount according to the deflection of an inhalation-of-air oxygen density fluctuates EGR valve 23 opening, throttle-valve 27 opening, and the movable guide-vane include angle of VGT35, it becomes possible to adjust the deflection of an inhalation-of-air oxygen density to zero.

[0039] Next, the above-mentioned NOX feedback control is concretely explained using drawing 2. Drawing 2 is a flow chart explaining the most fundamental example of NOX feedback control. In drawing 2, the combustion pressure data which consist of the combustion pressure and change per [ which was separately computed based on the cylinder internal pressure detected by the cylinder internal pressure sensor 110 ] combustion cycle, and the present inhalation-of-air oxygen density

RO<sub>2</sub> detected by the inhalation-of-air oxygen density sensor 25 are read at step 201, respectively. [0040] And in step 203, the heat rate in a cylinder is computed from the combustion pressure data read by the above, and cylinder internal combustion glow temperature is computed based on the heat rate in this cylinder, and the inhalation-of-air oxygen density RO<sub>2</sub> at step 205. the inhalation-of-air oxygen density RO<sub>2</sub> and the charge distribution of cylinder internal combustion which were read at step 201 by step 207 on the other hand -- being based -- the inside of a cylinder -- gaseous mixture -- concentration is computed. Here, with this operation gestalt, in order to simplify control, fuel injection timing computes the approximation charge distribution of cylinder internal combustion using a fixed value among the fuel-injection parameters for computing the charge distribution of cylinder internal combustion.

[0041] the inside of the cylinder internal combustion glow temperature (step 205) computed by the above at step 209, and a cylinder -- gaseous mixture -- based on a modified Zeldevich's mechanism, the amount of NOX generation (concentration) is presumed using concentration (step 207). Furthermore, at step 211, the amount of target NOX generation corresponding to the present engine operational status (concentration) is computed using the numerical map of the amount of target NOX generation beforehand set up according to engine operational status (for example, an engine rotational frequency, accelerator opening, charge pressure, a circulating water temperature) etc. [0042] Moreover, at step 213, the deflection (NOX concentration deflection) of the target NOX concentration computed at step 211 and the current NOX concentration estimate computed at step 209 is computed, and the NOX concentration deflection computed at step 213 is changed into the inhalation-of-air oxygen density deflection  $\Delta O_2$  based on the correlation beforehand searched for by experiment etc. in step 217. That is, the inhalation-of-air oxygen density deflection  $\Delta O_2$  computed at step 217 serves as the amount of increase and decrease of an inhalation-of-air oxygen density needed in order to make an engine's amount of NOX generation into the amount of target NOX generation.

[0043] Furthermore, at step 217, the inhalation-of-air oxygen density desired value TO<sub>2</sub> is computed as  $TO_2 = RO_2 + \Delta O_2$  based on the inhalation-of-air oxygen density deflection  $\Delta O_2$  computed by the above, and the present inhalation-of-air oxygen density RO<sub>2</sub> read at the present step 201. At step 219, the desired value of whenever [ throttle valve-opening ], and a VGT movable guide-vane include angle (henceforth "VGT opening") is computed based on current engine operational status (whenever [ engine rotational frequency, accelerator opening, charge pressure, and EGR valve-opening ], whenever [ throttle valve-opening ]) and the current inhalation-of-air oxygen density desired value TO<sub>2</sub>, respectively whenever [ for making an engine's inhalation-of-air oxygen density in agreement with desired value TO<sub>2</sub> / EGR valve-opening ]. In this operation gestalt, the relation between each above-mentioned desired value, engine operational status, and the inhalation-of-air oxygen density desired value TO<sub>2</sub> is beforehand called for by experiment etc., and is beforehand stored in ROM of ECU30 in the form of the numerical map which made the parameter engine operational status and inhalation-of-air oxygen density desired value.

[0044] Next, at step 221, a driving signal is outputted to each actuator so that EGR valve 23 opening, throttle-valve 27 opening, and VGT35 opening may become the desired value set up by the above, respectively. That is, with this operation gestalt, open loop control (feedforward control) of EGR valve 23 opening, throttle-valve 27 opening, and the VGT35 opening is carried out to the set-up desired value. Thereby, an engine's actual inhalation-of-air oxygen density is adjusted so that deflection with a target inhalation-of-air oxygen density may become zero to responsibility fitness, and its actual amount of NOX generation of an engine (concentration) comes to correspond with desired value.

[0045] Next, an operation gestalt different from drawing 2 of NOX feedback control is explained using drawing 3. With the operation gestalt of drawing 2, based on NOX concentration deflection, the target inhalation-of-air oxygen density TO<sub>2</sub> was computed based on  $\Delta O_2$  and the present inhalation-of-air oxygen density after computing the inhalation-of-air oxygen density deflection  $\Delta O_2$ , and the desired value of EGR valve 23 opening, throttle-valve 27 opening, and VGT35 opening was set up based on this target oxygen density.

[0046] On the other hand, with this operation gestalt, the point which carries out feedback control of EGR valve 23 opening, throttle-valve 27 opening, and the VGT35 opening so that this deflection

deltaO2 may become zero is [ after computing the inhalation-of-air oxygen density deflection deltaO2 ] different from the operation gestalt of drawing 2 . Thus, it becomes possible by carrying out feedback control of EGR valve 23 opening, throttle-valve 27 opening, and the VGT35 opening to control more an actual engine inhalation-of-air oxygen density at accuracy to the value from which the amount of NOX generation becomes desired value.

[0047] Drawing 3 is the same flow chart as drawing 2 explaining the NOX feedback control of this operation gestalt. In the flow chart of drawing 3 , steps 301-315 are the same as that of each actuation of steps 201-215 of the flow chart of drawing 2 respectively. Feedback control is carried out so that deltaO2 may become after inhalation-of-air oxygen density deflection deltaO2 calculation at step 315 in this operation gestalt and may become zero at step 317 about EGR valve 23 opening, throttle-valve 27 opening, and VGT35 opening. Since this control can use well-known feedback control, such as PID (proportionality, integral, differential) control based on deflection deltaO2, detailed explanation is omitted here.

[0048] Next, another operation gestalt of NOX feedback control is explained using drawing 4 . drawing 2 and the operation gestalt of drawing 3 -- the inside of a cylinder -- gaseous mixture -- when computing concentration, fixed values, such as fuel injection timing, were used as (step 207, step 307), and a fuel-injection parameter. However, fuel-injection parameters, such as fuel injection timing, fuel oil consumption, and an injection pressure, are changed according to engine operational status in fact. then, the value of actual fuel-injection parameters, such as fuel injection timing set up based on engine operational status with this operation gestalt, fuel oil consumption, and an injection pressure, -- using it -- the inside of a cylinder -- gaseous mixture -- he is trying to compute concentration

[0049] Drawing 4 is a flow chart explaining the NOX feedback control of this operation gestalt. At step 401 of drawing 4 , combustion pressure data and the inhalation-of-air oxygen density concentration RO2 are read like the drawing 3 step 301. However, with this operation gestalt, fuel-injection parameters, such as fuel injection timing set [ next ] up based on engine operational status (for example, an engine rotational frequency, accelerator opening, charge pressure, a circulating water temperature, etc.) by fuel-injection control separately performed by ECU30 at step 403, fuel oil consumption, and injection pressure, are read. and the charge distribution of cylinder internal combustion and the inhalation-of-air oxygen density which the charge distribution of cylinder internal combustion was computed at step 409 based on these fuel-injection parameters, and were computed at step 411 after computing a heat rate and combustion temperature based on combustion pressure data and an inhalation-of-air oxygen density at steps 405 and 407 -- being based -- the inside of a cylinder -- gaseous mixture -- concentration is computed. the inside of the cylinder computed by this -- gaseous mixture -- concentration becomes close to a more nearly actual thing.

[0050] and the combustion temperature computed at steps 413-417 and gaseous mixture -- presumption (step 413) of the amount of NOX generation based on concentration, calculation (step 417) of the amount deflection of NOX generation, and the conversion (step 419) to the inhalation-of-air oxygen density deflection deltaO2 of the amount deflection of NOX generation are performed. Moreover, at step 421, like the drawing 3 step 317, based on the computed inhalation-of-air oxygen density deflection deltaO2, feedback control of EGR valve 23 opening, throttle-valve 27 opening, and the VGT35 opening is carried out so that deltaO2 may become zero.

[0051] thus, the charge distribution of cylinder internal combustion computed using the actual fuel-injection parameter -- using -- the inside of a cylinder -- gaseous mixture -- concentration -- computing -- this gaseous mixture -- it is possible by presuming the amount of NOX generation based on concentration to become possible to perform exact presumption of the amount of NOX generation, and to manage the still more exact amount of NOX generation compared with drawing 2 and the operation gestalt of drawing 3 .

[0052] Next, another operation gestalt of NOX feedback control is explained using drawing 5 . the operation gestalt of above-mentioned drawing 4 -- the inside of a cylinder -- gaseous mixture -- the fuel-injection parameter set up based on engine operational status actual as a fuel-injection parameter used in case concentration is computed is used. On the other hand, with this operation gestalt, the point that an engine's fuel-injection parameter is set up based on an engine output-torque demand of a car operator and that the so-called torque demand control is performed is different. In torque

demand control, the engine output torque which an operator demands based on the information (for example, accelerator opening, the shift position of a change gear, a steering angle (rudder angle), etc.) about car actuation of an operator is presumed, and an engine fuel injection parameter required to obtain this engine output torque is set up. Although the fuel-injection parameter needed in order to, obtain this engine output torque for example, using an engine's response model (correctly reverse-response model) based on the estimate of the engine output torque which an operator demands is determined in the torque demand control of this operation gestalt, it is also possible to set up presumption of an operator's demand output torque and the fuel-injection parameter based on this demand output torque by other well-known approaches.

[0053] Drawing 5 is a flow chart explaining the NOX feedback control of this operation gestalt. Actuation of each step of drawing 5 is the same as actuation of each step of drawing 4, except that it is different that a fuel-injection parameter is determined by output-torque demand (torque demand) of an operator at step 503 and that the desired value of the amount of NOX generation is set up according to the engine operational status determined by the torque demand at step 515.

[0054] Next, another operation gestalt of NOX feedback control is explained using drawing 6. With this operation gestalt, a fuel-injection parameter and a NOX generation weight label value are set up by the torque demand like control of drawing 5. Moreover, the point that feedback control of the inhalation-of-air system control member of the EGR valve 23, VGT35, and throttle-valve 27 grade is carried out is the same as that of drawing 5 so that the deflection of a NOX generation weight label value and the amount estimate of NOX generation may be converted into inhalation-of-air oxygen density deflection and this inhalation-of-air oxygen density deflection may become zero.

[0055] However, with this operation gestalt, the point which amends the fuel-injection parameter set up by the torque demand according to the amount deflection of NOX generation is different from the operation gestalt of drawing 5. As mentioned above, an engine's amount of NOX generation, and an engine output torque and fuel consumption have the relation of a trade-off mutually. For this reason, if a fuel-injection parameter is set up by torque demand control only based on an engine output-torque demand of an operator, the charge injection distribution of cylinder internal combustion will not necessarily be set up in the direction which reduces the amount of NOX generation. For this reason, if an engine is operated with the fuel-injection parameter set up by the torque demand, the deflection of the amount of NOX generation and desired value will become a large value, and inhalation-of-air oxygen density deflection will also become large according to it. For this reason, the control input of inhalation-of-air system control members, such as an EGR valve for making inhalation-of-air oxygen density deflection into zero, becomes large, and the case where it becomes impossible to fully reduce the amount of NOX generation arises only with these control members.

[0056] If the fuel-injection parameter is set up so that it may not be based on torque demand control, for example, the amount of NOX generation may always decrease like control of drawing 4 from drawing 2 on the other hand, when a big output torque will be required, for example like sudden acceleration, the case where sufficient output torque is not obtained but it is contrary to a demand of an operator arises. So, with this operation gestalt, the above-mentioned problem is solved by amending in the direction in which the amount deflection of NOX generation becomes zero according to extent of an operator's output-torque demand of the fuel-injection parameter computed by the torque demand.

[0057] Since amount of NOX generation and engine output of an engine have the relation of a trade-off, both demands may be satisfied completely. However, it is possible by deciding beforehand whether you make which of the amount of NOX generation, and an engine output torque give priority in consideration of the operation situation (degree of an output-torque demand of an operator) to satisfy both demands to some extent. For example, with this operation gestalt, in sudden acceleration of a car, even if it gives priority to an output torque and the amount of NOX generation increases somewhat (namely, when an engine output-torque demand of an operator is very large), a fuel-injection parameter is set up so that an engine output torque may increase. That is, even if the amount of NOX generation generated with the fuel-injection parameter set up by the torque demand in this case is comparatively greatly separated from desired value, a fuel-injection parameter is not amended.

[0058] On the other hand, like at the time of steady operation, when an output-torque demand of an

operator is comparatively low, priority is given to the demand to the amount of NOX generation, and the fuel-injection parameter set up by the torque demand is amended according to the deflection of the amount of NOX generation, and desired value, and a fuel-injection parameter is corrected so that deflection may approach zero. In this case, the amount of amendments of a fuel-injection parameter becomes large, so that the deflection of the amount of NOX generation and desired value is large. Thus, it becomes possible to perform cooperative control of the so-called engine output and the amount of NOX generation which bring the amount of NOX generation close to desired value, filling an output-torque demand of an operator with this operation gestalt as much as possible by considering both the demand to the amount of NOX generation, and a demand of the operator to an engine output torque, and setting up a fuel-injection parameter.

[0059] Drawing 6 is a flow chart explaining the NOX feedback control of this operation gestalt. In the flow chart of drawing 6, steps 601-607 are the same actuation as the drawing 5 steps 501-507. That is, in these actuation, while the heat rate in a cylinder and combustion temperature are computed based on combustion pressure data and an inhalation-of-air oxygen density, a fuel-injection parameter is set up by torque demand control (step 603).

[0060] However, with this operation gestalt, fuel injection is not performed, using the fuel-injection parameter based on the torque demand set up at step 603 as it is, but a fuel-injection parameter is amended based on the amount deflection of NOX generation. Namely, in the case of the operation situation which should judge the operation situation which should give priority to torque, or the operation situation which should give priority to the demand to the amount of NOX generation, for example, should give priority to the demand to the amount of NOX generation, at step 609, the fuel-injection parameter based on a torque demand is amended in the direction in which the amount deflection of NOX generation becomes small. And at step 611, the charge distribution of cylinder internal combustion is computed based on the fuel-injection parameter after amendment. Moreover, in the fuel-injection control operation performed separately, fuel injection is performed based on the fuel-injection parameter after the above-mentioned amendment.

[0061] Step 613 to the step 623 is the respectively same actuation as steps 511-521 of drawing 5 R> 5. Concentration is computed (step 613). namely, the gaseous mixture from the charge distribution of cylinder internal combustion and the inhalation-of-air oxygen density which were computed based on the fuel-injection parameter after amendment in these actuation -- The amount of NOX generation is presumed based on concentration (step 615), and inhalation-of-air oxygen density deflection is computed based on deflection with the desired value of the amount of NOX generation (steps 617-621). combustion temperature and gaseous mixture -- Feedback control of the inhalation-of-air system control member is carried out so that oxygen density deflection may become zero (step 623). As mentioned above, according to this operation gestalt, it becomes possible to manage the amount of NOX generation correctly, accepting an output-torque demand of an operator.

[0062]

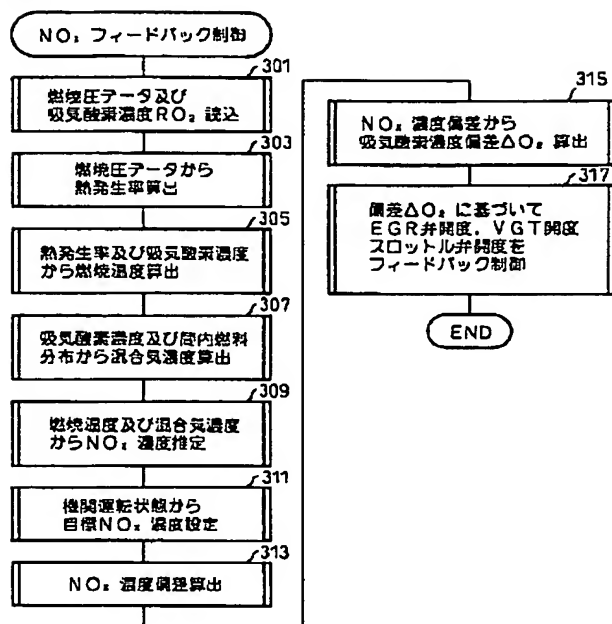
[Effect of the Invention] According to invention given in each claim, the common effectiveness it is ineffective to it being possible to manage an engine's amount of NOX generation correctly is done so.

---

[Translation done.]

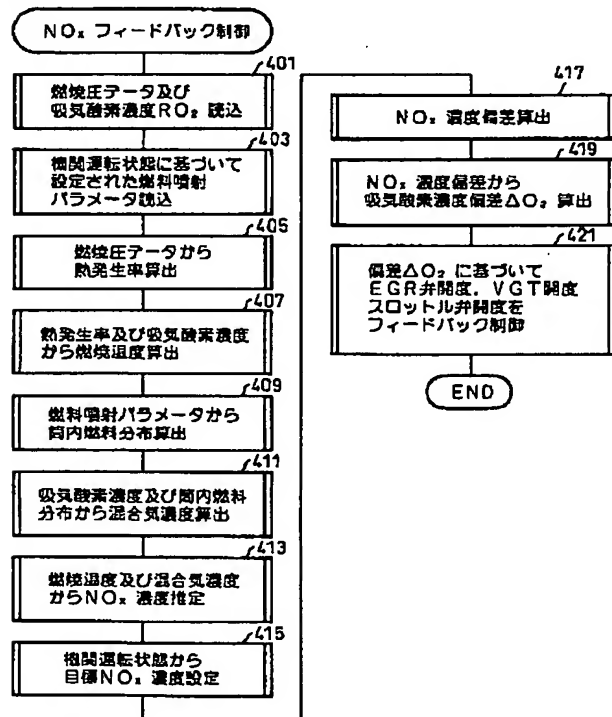


図 3



[Drawing 4]

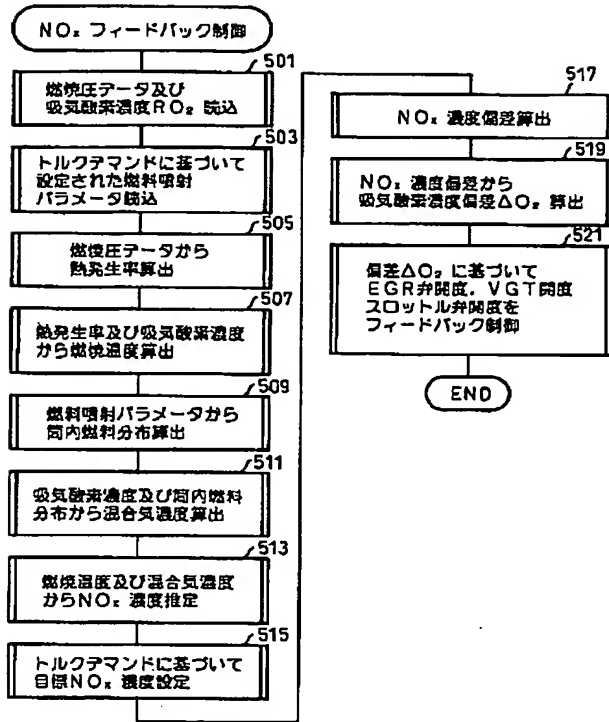
図 4



[Drawing 5]

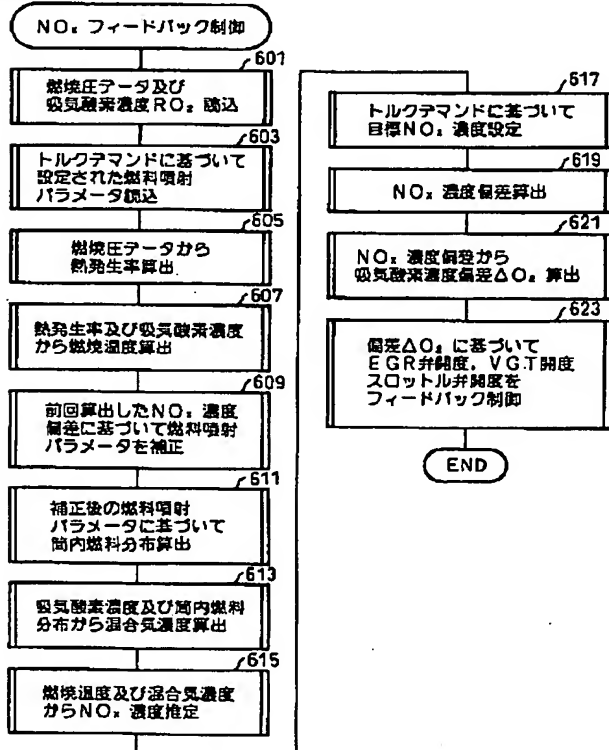


図 5



[Drawing 6]

図 6



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-371893

(P2002-371893A)

(43) 公開日 平成14年12月26日 (2002. 12. 26)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード <sup>*</sup> (参考)
F 0 2 D 41/14	3 2 0	F 0 2 D 41/14	3 2 0 Z 3 G 0 0 5
F 0 1 N 3/08		F 0 1 N 3/08	H 3 G 0 6 2
F 0 2 B 37/00	3 0 2	F 0 2 B 37/00	3 0 2 F 3 G 0 6 5
37/24		F 0 2 D 9/02	C 3 G 0 8 4
F 0 2 D 9/02		21/08	3 0 1 D 3 G 0 9 1
審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 11 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2001-182298 (P2001-182298)

(22) 出願日 平成13年 6 月15日 (2001. 6. 15)

(71) 出願人 000003207

トヨタ自動車株式会社

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地

(72) 発明者 中山 茂樹

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 福間 隆雄

愛知県豊田市トヨタ町 1 番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 100077517

弁理士 石田 敬 (外 3 名)

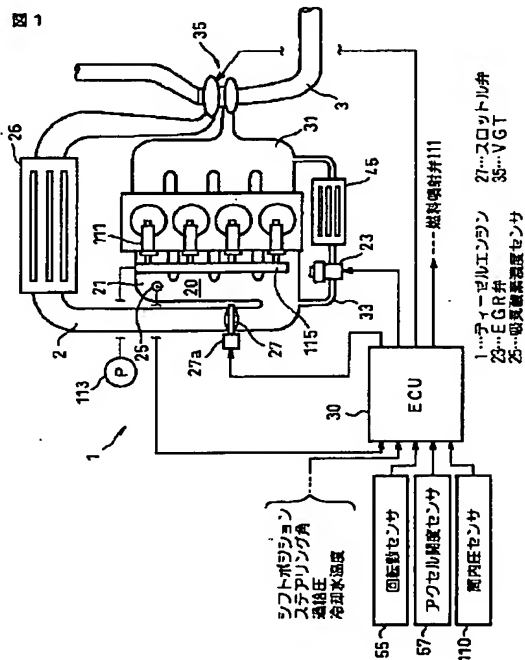
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 内燃機関の制御装置

(57) 【要約】

【課題】 内燃機関のNO<sub>x</sub>生成量を正確に管理する。

【解決手段】 機関1の電子制御ユニット (ECU) 30は、燃焼圧力と吸気酸素濃度とを、筒内圧センサ110、吸気酸素濃度センサ25とで検出し、これらに基づいて算出した燃焼温度と混合気濃度とから、拡大ゼルドビッチ機構を用いて機関のNO<sub>x</sub>生成量を算出する。そして、更に、機関運転状況から定まるNO<sub>x</sub>生成量目標値と推定NO<sub>x</sub>生成量との偏差を目標吸気酸素濃度と現在の吸気酸素濃度との偏差に換算し、この酸素濃度偏差がゼロになるようにEGR弁23開度、スロットル弁27開度及びVGT 35を制御する。これにより、機関のNO<sub>x</sub>生成量を直接管理することが可能となり、NO<sub>x</sub>生成量の正確な管理が行われる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 内燃機関の制御装置であって、  
機関吸気組成に関する情報を検出する吸気組成検出手段と、  
機関筒内圧を検出する筒内圧検出手段と、  
前記検出した吸気組成情報と機関筒内圧とに基づいて、  
機関燃焼時のNO<sub>x</sub>生成量を推定するNO<sub>x</sub>生成量推定手  
段と、

機関運転状態に基づいて、NO<sub>x</sub>生成量目標値を設定す  
るNO<sub>x</sub>目標値設定手段と、

前記NO<sub>x</sub>生成量推定手段の推定したNO<sub>x</sub>生成量推定値  
と前記NO<sub>x</sub>目標値設定手段の設定したNO<sub>x</sub>生成量目標  
値との偏差を、NO<sub>x</sub>生成量を前記NO<sub>x</sub>生成量目標値に  
合致させるために必要な吸気酸素濃度の目標値と現在の  
実際の吸気酸素濃度との偏差に換算する酸素濃度偏差算  
出手段と、

前記酸素濃度偏差算出手段により算出された酸素濃度偏  
差がゼロになるように、機関吸気酸素濃度に影響を与え  
る機関吸気系の制御要素を制御する制御手段と、  
を備えた、内燃機関の制御装置。

【請求項2】 前記制御手段は、前記酸素濃度偏差と現  
在の吸気酸素濃度とに基づいて吸気酸素濃度目標値を算  
出するとともに、該吸気酸素濃度目標値に応じて定まる  
設定値に前記機関吸気系の制御要素を制御する、オーブ  
ンループ制御を行う、請求項1に記載の内燃機関の制御  
装置。

【請求項3】 前記制御手段は、前記酸素濃度偏差がゼ  
ロになるように、前記機関吸気系の制御要素をフィード  
バック制御する、請求項1に記載の内燃機関の制御装  
置。

【請求項4】 前記NO<sub>x</sub>生成量推定手段は、前記吸気  
組成情報と機関筒内圧とに基づいて算出した、燃焼時の  
熱発生率と混合気濃度とに基づいてNO<sub>x</sub>生成量を推定  
する、請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の内  
燃機関の制御装置。

【請求項5】 更に、機関運転状態に基づいて定まる、  
少なくとも燃料噴射時期を含む燃料噴射パラメータに基  
づいて気筒内燃料分布に関する情報を生成する燃料分布  
情報生成手段を備え、前記NO<sub>x</sub>生成量推定手段は前記  
吸気組成情報と筒内圧と前記燃料分布情報とに基づいて  
前記燃焼時の混合気濃度を算出し、算出した燃焼時の混  
合気濃度と前記熱発生率とに基づいて機関燃焼時のNO<sub>x</sub>  
生成量を推定する、請求項4に記載の内燃機関の制御  
装置。

【請求項6】 更に、前記燃料噴射パラメータを、少な  
くとも運転者のアクセル操作量を含む現在の機関運転状  
態から推定される機関運転者の機関出力トルク要求に基  
づいて算出する燃料噴射パラメータ設定手段を備えた、  
請求項5に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項7】 前記燃料噴射パラメータ設定手段は、前  
記機関出力トルク要求に基づいて算出された燃料噴射パ

ラメータを、前記NO<sub>x</sub>生成量推定値とNO<sub>x</sub>生成量目標  
値との偏差に基づいて修正する修正手段を備えた、請求  
項6に記載の内燃機関の制御装置。

【請求項8】 前記吸気組成検出手段は、少なくとも機  
関吸気中の酸素濃度を検出する吸気酸素濃度センサを備  
えた、請求項1から請求項7のいずれか1項に記載の内  
燃機関の制御装置。

【請求項9】 前記機関吸気酸素濃度に影響を与える機  
関吸気系の制御要素は少なくとも、吸気への排気再循環  
量を制御するEGR装置と、機関の過給圧を制御する過  
給制御装置と、機関吸入空気量を制御するスロットル装  
置とのうち少なくとも1つを含む、請求項1から請求項  
8のいずれか1項に記載の内燃機関の制御装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、内燃機関の制御装  
置に関し、詳細には機関で生成されるNO<sub>x</sub>量を正確に  
管理することが可能な内燃機関の制御装置に関する。

【0002】

【従来の技術】内燃機関の燃焼室で生成されるNO<sub>x</sub>を  
低減するために、機関の燃焼状態を制御する試みが従来  
からなされている。NO<sub>x</sub>の生成量を低減するためには、  
例えば機関の排気の一部を吸気に循環させるEGR  
等により機関の燃焼温度を低下させることが有効である  
が、機関のNO<sub>x</sub>生成量と機関出力、燃費との間には一  
種のトレードオフがあり、全部を最適の状態にすることは  
困難な問題がある。このため、機関のNO<sub>x</sub>生成量を  
機関出力、燃費とを考慮した上でできるだけ低減できる  
ように、機関運転状態を最適化することが必要となる。

【0003】このように、機関出力と燃費とを考慮して  
NO<sub>x</sub>生成量を適正化しようとした内燃機関の制御装置  
の例としては、例えば特開平11-236833号公報  
に記載されたものがある。同公報の装置は、機関吸気ポ  
ートに燃料を噴射して予混合気の形で気筒内に燃料を供  
給する圧縮着火機関において、負荷状態、機関筒内圧  
力、排気空燃比などの機関運転パラメータに基づいて、  
機関吸排気弁の開閉タイミング、EGR量等の制御パラ  
メータを調節することにより燃焼室内における燃焼時期  
と混合気濃度、筒内圧力の変化を制御するようにしてい  
る。同公報の装置は、このように機関運転状態に応じて  
機関制御パラメータを精密に制御することにより、機関  
排気性状、特にNO<sub>x</sub>生成量の低減と機関運転状態に最  
適な機関出力の確保との両立を図ったものである。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】上記特開平11-23  
6833号公報の装置は、負荷状態、機関筒内圧力、排  
気空燃比などの機関運転パラメータに基づいて機関制御  
パラメータを精密に制御しているものの、燃焼における  
NO<sub>x</sub>生成量そのものを直接管理しているわけではな  
く、排気中のNO<sub>x</sub>が低減されているという保証もな

い。また、前述したように、 $\text{NO}_x$ の生成量と機関出力、燃費との間にはトレードオフの関係があるが、上記公報の装置では $\text{NO}_x$ 生成量、機関出力、燃費のいずれをも直接管理していないため、実際の運転でこれらの一つが変化すると $\text{NO}_x$ 生成量は目標値から外れてしまうことになり、 $\text{NO}_x$ 生成量を正確に管理することはできない。本発明は上記の問題に鑑み、機関における $\text{NO}_x$ 生成量を正確に管理することが可能な内燃機関の制御装置を提供することを目的としている。

【0005】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明によれば、内燃機関の制御装置であって、機関吸気組成に関する情報を検出する吸気組成検出手段と、機関筒内圧を検出する筒内圧検出手段と、前記検出した吸気組成情報と機関筒内圧とに基づいて、機関燃焼時の $\text{NO}_x$ 生成量を推定する $\text{NO}_x$ 生成量推定手段と、機関運転状態に基づいて、 $\text{NO}_x$ 生成量目標値を設定する $\text{NO}_x$ 目標値設定手段と、前記 $\text{NO}_x$ 生成量推定手段の推定した $\text{NO}_x$ 生成量推定値と前記 $\text{NO}_x$ 目標値設定手段の設定した $\text{NO}_x$ 生成量目標値との偏差を、 $\text{NO}_x$ 生成量を前記 $\text{NO}_x$ 生成量目標値に合致させるために必要な吸気酸素濃度の目標値と現在の実際の吸気酸素濃度との偏差に換算する酸素濃度偏差算出手段と、前記酸素濃度偏差算出手段により算出された酸素濃度偏差がゼロになるように、機関吸気酸素濃度に影響を与える機関吸気系の制御要素を制御する制御手段と、を備えた、内燃機関の制御装置が提供される。

【0006】すなわち、請求項1の発明では機関吸気組成情報（例えば吸気酸素濃度等）と筒内圧とに基づいて機関で生成される $\text{NO}_x$ 量が推定される。更に、機関運転状態に基づいて、例えば機関出力と燃費とが悪化しない範囲で最小の $\text{NO}_x$ 量として $\text{NO}_x$ 生成量目標値が設定される。更に、この目標値と推定値との偏差が吸気酸素濃度偏差に換算されて、偏差がゼロになるように吸気系の制御要素（例えば、スロットル弁、EGR装置、過給機など）が制御される。これにより機関における $\text{NO}_x$ の生成量が機関運転状態に応じた目標値に制御され、機関の $\text{NO}_x$ 発生量が正確に管理されるようになる。

【0007】請求項2に記載の発明によれば、前記制御手段は、前記酸素濃度偏差と現在の吸気酸素濃度とに基づいて吸気酸素濃度目標値を算出するとともに、該吸気酸素濃度目標値に応じて定まる設定値に前記機関吸気系の制御要素を制御する、オープンループ制御を行う、請求項1に記載の内燃機関の制御装置が提供される。

【0008】すなわち、請求項2の発明では、酸素濃度偏差と現在の吸気酸素濃度とから吸気酸素濃度目標値が算出され、制御要素は算出された目標値に応じて定められる値に制御される。これにより、短時間で吸気酸素濃度が目標値に調整され、酸素濃度偏差がゼロに制御される。

【0009】請求項3に記載の発明によれば、前記制御手段は、前記酸素濃度偏差がゼロになるように、前記機関吸気系の制御要素をフィードバック制御する、請求項1に記載の内燃機関の制御装置が提供される。

【0010】すなわち、請求項3の発明では、酸素濃度偏差が算出されると、この酸素濃度偏差がゼロになるように吸気系の制御要素がフィードバック制御されるため、最終的に正確に酸素濃度偏差がゼロに収束する。

【0011】請求項4に記載の発明によれば、前記 $\text{NO}_x$ 生成量推定手段は、前記吸気組成情報と機関筒内圧とに基づいて算出した、燃焼時の熱発生率と混合気濃度とに基づいて $\text{NO}_x$ 生成量を推定する、請求項1から請求項3のいずれか1項に記載の内燃機関の制御装置が提供される。

【0012】すなわち、請求項4の発明では、吸気組成情報と機関筒内圧とに基づいて算出された燃焼時の気筒内熱発生率と混合気濃度とに基づいて $\text{NO}_x$ 生成量が推定される。この、 $\text{NO}_x$ 生成量の推定には、例えば拡大ゼルドビッチ（ZELDOVICH）機構などの燃焼モデルを使用することができる。

【0013】請求項5に記載の発明によれば、更に、機関運転状態に基づいて定まる、少なくとも燃料噴射時期を含む燃料噴射パラメータに基づいて気筒内燃料分布に関する情報を生成する燃料分布情報生成手段を備え、前記 $\text{NO}_x$ 生成量推定手段は前記吸気組成情報と筒内圧と前記燃料分布情報とに基づいて前記燃焼時の混合気濃度を算出し、算出した燃焼時の混合気濃度と前記熱発生率とに基づいて機関燃焼時の $\text{NO}_x$ 生成量を推定する、請求項4に記載の内燃機関の制御装置が提供される。

【0014】すなわち、請求項5の発明では、燃焼時の混合気濃度の算出の際に、機関運転状態に基づいて定まる、例えば燃料噴射時期、燃料噴射量などの燃料噴射パラメータに基づいて生成された気筒内燃料分布情報が用いられる。気筒内燃料分布情報は、予め仮定した一定の燃料分布を使用して吸気組成情報と筒内圧とに基づいて算出することも可能であるが、実際の機関運転状態に応じて定まる燃料分布情報を用いて、吸気組成情報と筒内圧とに基づいて混合気濃度を算出することにより、より正確に $\text{NO}_x$ 生成量を好推定することが可能となり、より正確に $\text{NO}_x$ 生成量を管理することが可能となる。

【0015】請求項6に記載の発明によれば、更に、前記燃料噴射パラメータを、少なくとも運転者のアクセル操作量を含む現在の機関運転状態から推定される機関運転者の機関出力トルク要求に基づいて算出する燃料噴射パラメータ設定手段を備えた、請求項5に記載の内燃機関の制御装置が提供される。

【0016】すなわち、請求項6の発明では、運転者の機関出力トルク要求に基づいて燃料噴射パラメータが定められる。これにより、機関の出力トルク要求をパラメータとして機関を制御するいわゆるトルクデマンド制御

を行う機関においても正確に $\text{NO}_x$ 生成量を管理することが可能となる。

【0017】請求項7に記載の発明によれば、前記燃料噴射パラメータ設定手段は、前記機関出力トルク要求に基づいて算出された燃料噴射パラメータを、前記 $\text{NO}_x$ 生成量推定値と $\text{NO}_x$ 生成量目標値との偏差に基づいて修正する修正手段を備えた、請求項6に記載の内燃機関の制御装置が提供される。

【0018】すなわち、請求項7の発明では、 $\text{NO}_x$ 生成量推定値と $\text{NO}_x$ 生成量目標値との偏差に基づいて、運転者の機関出力トルク要求から定まる燃料噴射パラメータが修正されるため、運転者の出力トルク要求をできるだけ満たしながら $\text{NO}_x$ 生成量を目標値に近づける、いわゆる機関出力と $\text{NO}_x$ 生成量との協調制御を行うことが可能となる。

【0019】請求項8に記載の発明によれば、前記吸気組成検出手段は、少なくとも機関吸気中の酸素濃度を検出する吸気酸素濃度センサを備えた、請求項1から請求項7のいずれか1項に記載の内燃機関の制御装置が提供される。

【0020】すなわち、請求項9の発明では、吸気組成検出手段として少なくとも吸気酸素濃度センサが用いられる。吸気酸素濃度は、 $\text{NO}_x$ の生成量と強い相関があるため、吸気酸素濃度情報に基づいて $\text{NO}_x$ 生成量を推定することにより、正確な $\text{NO}_x$ 生成量の推定が可能となる。

【0021】請求項9に記載の発明によれば、前記機関吸気酸素濃度に影響を与える機関吸気系の制御要素は少なくとも、吸気への排気再循環量を制御するEGR装置と、機関の過給圧を制御する過給制御装置と、機関吸入空気量を制御するスロットル装置とのうち少なくとも1つを含む、請求項1から請求項8のいずれか1項に記載の内燃機関の制御装置が提供される。

【0022】すなわち、請求項9の発明では、機関吸気系の制御要素として、少なくともEGR装置、過給圧制御装置、スロットル装置の少なくとも1つが用いられるため、吸気酸素濃度が高い応答性で制御される。

【0023】

【発明の実施の形態】以下、添付図面を用いて本発明の実施形態について説明する。図1は、本発明を自動車用ディーゼルエンジンに適用した実施形態の概略構成を説明する図である。図1において、1はディーゼルエンジン本体、2はエンジン1の吸気通路、20は吸気通路2に設けられたサージタンク、21はサージタンク20と各気筒の吸気ポートとを接続する吸気枝管である。本実施形態では、吸気通路2には吸気通路2を流れる吸入空気の流量を絞るスロットル弁27、および吸気を冷却するインタクーラ26が設けられている。スロットル弁27はソレノイド、バキュームアクチュエータ等の適宜な形式のアクチュエータ27aを備え、後述する電子制御

ユニット(ECU)30からの制御信号に応じた開度をとる。

【0024】吸気通路2に流入した大気は、排気過給機(ターボチャージャ)35の圧縮機により昇圧され、吸気通路2に設けたインタクーラ26により冷却された後サージタンク20、枝管21を経て各気筒に吸入される。図1に111で示すのは、各気筒内に直接燃料を噴射する燃料噴射弁である。燃料噴射弁111は、高圧燃料を貯留する共通の蓄圧室(コモンレール)115に接続されている。機関1の燃料は高圧燃料ポンプ113により昇圧されてコモンレール115に供給され、コモンレール115から各燃料噴射弁111を介して直接各気筒内に噴射される。

【0025】更に、本実施形態では機関1の気筒には筒内圧を検出する筒内圧センサ110が設けられている。筒内圧センサは、本実施形態では機関の気筒の1つ(例えば第1シリンダ)に設けられており、この筒内圧センサ110で検出した筒内圧を機関の全気筒の筒内圧の代表値として使用するが、各気筒に筒内圧センサを設けてそれぞれの気筒の筒内圧を個別に検出するようにしてもよい。

【0026】また、図1に31で示すのは各気筒の排気ポートと排気通路3とを接続する排気マニホールド、35で示すのはターボチャージャである。ターボチャージャ35は排気通路3の排気により駆動される排気タービンと、この排気タービンにより駆動される吸気圧縮機とを備えている。本実施形態では、ターボチャージャ35は、圧縮機入口に可動ガイドベーンを備えた、いわゆるVGT(バリエブルジオメトリーターボチャージャ)とされている。VGTでは、可動ガイドベーンの角度を変えて吸気圧縮機のインペラへの吸気流入角度を変えることにより、圧縮機の回転数が一定の状態でも吸気圧縮機での圧縮比を変えることが可能となる。

【0027】このため、本実施形態では、ターボチャージャ35の回転数により吸気圧縮機(過給圧)を制御する場合に較べて過給圧を応答性良好に変化させることが可能となっている。更に、本実施形態ではエンジン排気の一部を吸気系に循環させるEGR装置が設けられている。EGR装置は、排気マニホールド31と吸気サージタンク20とを連通するEGR通路33、およびEGR通路33上に配置されたEGR弁23、およびEGR弁23上流側のEGR通路に設けられたEGRクーラ45を備えている。EGR弁23は図示しないステッパモータ、ソレノイドアクチュエータ等のアクチュエータを備え、ECU30からの制御信号に応じた開度を取り、EGR通路33を通して吸気サージタンク20に流入するEGRガス流量を制御する。

【0028】また、本実施形態では、機関1のサージタンク20には機関吸気中の酸素濃度を検出する吸気酸素濃度センサ25が配置されている。機関吸気中の酸素濃

10

20

30

40

50

度はEGR装置により吸気系に供給される排気流量により変化する。吸気酸素濃度センサ25は、機関運転中に気筒内に供給される吸気中の実際の酸素濃度を検出するものである。後述するように、ECU30は、吸気酸素濃度センサ25の出力と、筒内圧センサ110出力とに基づいて機関の燃焼により生成されるNO<sub>x</sub>量を推定する。

【0029】図1に30で示すのは、エンジン1の電子制御ユニット(ECU)である。本実施形態のECU30は、公知の構成のマイクロコンピュータとして構成され、CPU、RAM、ROM、入力ポート、出力ポートを双方向性バスで相互に接続した構成とされている。ECU30はエンジン1の燃料噴射制御、回転数制御等の基本制御を行うほか、本実施形態では後述するように、筒内圧センサ110で検出した気筒筒内圧と、吸気酸素濃度センサ25で検出した吸気酸素濃度とに基づいて機関の燃焼によるNO<sub>x</sub>生成量を推定するNO<sub>x</sub>生成量推定手段、機関運転状態に基づいて、NO<sub>x</sub>生成量目標値を設定するNO<sub>x</sub>目標値設定手段、推定されたNO<sub>x</sub>生成量を前記NO<sub>x</sub>生成量目標値との偏差を吸気酸素濃度と目標酸素濃度との偏差に換算する酸素濃度偏差算出手段及び、この酸素濃度偏差がゼロになるように、EGR弁23、スロットル弁27、VGT35を制御する制御手段などの各手段として機能している。

【0030】これらの制御を行うため、ECU30の入力ポートには、筒内圧センサ110と吸気酸素濃度センサ25の出力が入力されている他、エンジン1のクランク軸近傍に配置された回転数センサ55とエンジンアクセルペダル近傍に配置されたアクセル開度センサ57とから、それぞれエンジン回転数に対応する信号と運転者のアクセルペダル踏み込み量(アクセル開度)に対応する信号とが入力されている。更に、ECU30の入力ポートには、上記各センサ出力以外に、車両変速機のシフトポジション、ステアリング角(舵角)、過給圧、冷却水温度等の他の運転状態を表す信号が、それぞれ対応するセンサから入力されている。

【0031】ECU30の出力ポートは、図示しない燃料噴射回路を介してエンジン1の燃料噴射弁111に接続され、燃料噴射弁111からの燃料噴射量と燃料噴射時期とを制御している。また、ECU30の出力ポートは図示しない駆動回路を介してそれぞれEGR弁23、スロットル弁27およびVGT35の可動ガイドベーンのアクチュエータに接続され、EGR弁23とスロットル弁27の開度及びVGT35の可動ガイドベーン作動量を制御している。

【0032】次に、本実施形態におけるNO<sub>x</sub>生成量の目標値への制御について説明する。後述するように、本実施形態では機関のNO<sub>x</sub>生成量を推定し、この推定NO<sub>x</sub>生成量がNO<sub>x</sub>生成量目標値に等しくなるようにNO<sub>x</sub>生成量を制御する。従って、以下の説明ではNO<sub>x</sub>生成

量の目標値への制御を「NO<sub>x</sub>フィードバック制御」と呼ぶ。

【0033】まず、本実施形態のNO<sub>x</sub>生成量の推定について説明する。本実施形態では、燃焼におけるNO<sub>x</sub>生成量の推定に、例えば、拡大ゼルドビッチ(ZELDOVICH)機構等の公知の燃焼モデルを使用する。燃焼におけるNO<sub>x</sub>の生成量は、一般に燃焼温度と混合気濃度との関数になる。拡大ゼルドビッチ機構等の燃焼モデルは、燃焼温度と混合気濃度とを入力することにより燃焼により生成するNO<sub>x</sub>濃度を算出するものである。従って、拡大ゼルドビッチ機構等の燃焼モデルを用いてNO<sub>x</sub>生成量(濃度)を推定するためには、燃焼における燃焼温度と混合気濃度とを知る必要がある。

【0034】本実施形態では、筒内圧センサ110で検出した1燃焼サイクルにおける気筒内の圧力変化と吸気酸素濃度センサ25で検出した吸気中の酸素濃度、及び燃焼室内の燃料分布とに基づいて、燃焼温度と混合気濃度とを算出している。すなわち、筒内圧力、及びその燃焼サイクルにおける変化特性が判ると、これらから気筒内の燃焼サイクルにおける熱発生率が求められる。熱発生率は燃焼サイクルのどのタイミングでどの程度の割合の燃焼が生じているかを表している。従って、熱発生率と燃焼時の混合気組成(酸素濃度)とを用いて燃焼温度を求めることができる。

【0035】一方、混合気濃度は、吸気中の酸素濃度と筒内に噴射された燃料の分布とから算出することができる。また、筒内燃料分布は燃料噴射時期と噴射量などの燃料噴射パラメータ、及び燃料噴射弁の設計諸元(噴射パターン等)とにより定まる。従って、入力情報として筒内圧センサで検出した筒内圧と酸素濃度センサで検出した吸気酸素濃度、及び燃料噴射パラメータを用いることにより、拡大ゼルドビッチ機構等の燃焼モデルに基づいてNO<sub>x</sub>生成量(またはNO<sub>x</sub>濃度)を推定することが可能となる。

【0036】本実施形態では、上記により算出されたNO<sub>x</sub>生成量推定値が機関の運転状態から決定されるNO<sub>x</sub>生成量の目標値に等しくなるようにNO<sub>x</sub>生成量をフィードバック制御する。ここで、NO<sub>x</sub>生成量の目標値は、現在の機関運転状態において燃費と出力トルクとが悪化しない範囲での最低のNO<sub>x</sub>量(下限値)として設定されている。一般にNO<sub>x</sub>生成量の変化量と吸気酸素濃度の変化量との間には相関関係があることが知られている。このため、上記により求められた現在のNO<sub>x</sub>生成量(推定値)と機関運転状態に基づいて定められた目標NO<sub>x</sub>生成量との偏差に基づいて、上記相関関係を用いることにより、現在の吸気酸素濃度をどれだけ変化させればNO<sub>x</sub>生成量が目標値に一致するか、すなわち、現在の吸気酸素濃度と目標吸気酸素濃度との偏差が求められる。

【0037】本実施形態では、上記により求めた吸気酸

10

20

30

40

50



素濃度の偏差がゼロになるように、すなわち吸気酸素濃度が目標酸素濃度に一致するようにEGR弁23、VGT35、スロットル弁27等の吸気系制御要素を作動させることにより、 $\text{NO}_x$ 生成量を目標 $\text{NO}_x$ 生成量に一致させる。例えば、EGR弁23の開度を増大すると、EGR通路33を通して吸気系に循環する排気流量が増大するため、相対的に吸気中の新気量が減少し吸気酸素濃度は低下する。また、スロットル弁27の開度を低下させると、吸気通路2からサージタンク20に流入する新気量が減少し、同時にEGR通路33を通して吸気系に循環する排気流量が増大するため、同様に吸気酸素濃度は低下する。

【0038】一方、VGT35の可動ガイドベーンを過給圧が上昇する方向に作動させると、スロットル弁27開度やEGR弁23の開度が同一であっても、機関に供給される新気量が増大する。このため、吸気酸素濃度は増大する。従って、EGR弁23開度、スロットル弁27開度、VGT35の可動ガイドベーン角度を吸気酸素濃度の偏差に応じた量だけ増減することにより、吸気酸素濃度の偏差をゼロに調節することが可能となる。

【0039】次に、図2を用いて上記 $\text{NO}_x$ フィードバック制御を具体的に説明する。図2は、 $\text{NO}_x$ フィードバック制御のもっとも基本的な例を説明するフローチャートである。図2において、ステップ201では、筒内圧センサ110で検出した筒内圧力に基づいて別途算出された燃焼サイクル当りの燃焼圧とその変化とからなる燃焼圧データと、吸気酸素濃度センサ25で検出した現在の吸気酸素濃度 $\text{RO}_2$ とが、それぞれ読込まれる。

【0040】そして、ステップ203では上記により読込んだ燃焼圧データから筒内熱発生率が算出され、ステップ205ではこの筒内熱発生率と吸気酸素濃度 $\text{RO}_2$ とに基づいて筒内燃焼温度が算出される。一方、ステップ207では、ステップ201で読込んだ吸気酸素濃度 $\text{RO}_2$ と筒内燃料分布とに基づいて筒内混合気濃度が算出される。ここで、本実施形態では、制御を簡素化するため筒内燃料分布を算出するための燃料噴射パラメータのうち、燃料噴射時期は固定値を使用して近似的な筒内燃料分布を算出する。

【0041】ステップ209では、上記により算出した筒内燃焼温度（ステップ205）と筒内混合気濃度（ステップ207）とを用いて、拡大ゼルドビッチ機構に基づいて $\text{NO}_x$ 生成量（濃度）が推定される。更に、ステップ211では、予め機関運転状態（例えば機関回転数、アクセル開度、過給圧、冷却水温度）等に応じて設定された目標 $\text{NO}_x$ 生成量の数値マップを用いて、現在の機関運転状態に対応する目標 $\text{NO}_x$ 生成量（濃度）が算出される。

【0042】また、ステップ213では、ステップ211で算出した目標 $\text{NO}_x$ 濃度とステップ209で算出した現在の $\text{NO}_x$ 濃度推定値との偏差（ $\text{NO}_x$ 濃度偏差）が

算出され、ステップ217では予め実験などにより求めておいた相関関係に基づいて、ステップ213で算出した $\text{NO}_x$ 濃度偏差を吸気酸素濃度偏差 $\Delta\text{O}_2$ に変換する。すなわち、ステップ217で算出される吸気酸素濃度偏差 $\Delta\text{O}_2$ は、機関の $\text{NO}_x$ 生成量を目標 $\text{NO}_x$ 生成量にするために必要とされる吸気酸素濃度の増減量となる。

【0043】更に、ステップ217では、上記により算出した吸気酸素濃度偏差 $\Delta\text{O}_2$ と現在のステップ201で読込んだ現在の吸気酸素濃度 $\text{RO}_2$ とに基づいて、吸気酸素濃度目標値 $\text{TO}_2$ が、 $\text{TO}_2 = \text{RO}_2 + \Delta\text{O}_2$ として算出される。ステップ219では、現在の機関運転状態（機関回転数、アクセル開度、過給圧、及びEGR弁開度、スロットル弁開度）と吸気酸素濃度目標値 $\text{TO}_2$ とに基づいて、機関の吸気酸素濃度を目標値 $\text{TO}_2$ に一致させるためのEGR弁開度、スロットル弁開度及びVGT可動ガイドベーン角度（以下、「VGT開度」という）の目標値がそれぞれ算出される。本実施形態では、上記各目標値と機関運転状態及び吸気酸素濃度目標値 $\text{TO}_2$ との関係は予め実験等により求められており、機関運転状態と吸気酸素濃度目標値とをパラメータとした数値マップの形でECU30のROMに予め格納されている。

【0044】次に、ステップ221では、EGR弁23開度、スロットル弁27開度、及びVGT35開度が、それぞれ上記により設定された目標値になるようにそれぞれのアクチュエータに駆動信号が出力される。すなわち、本実施形態では、EGR弁23開度、スロットル弁27開度、及びVGT35開度は、設定された目標値にオープンループ制御（フィードフォワード制御）される。これにより、機関の実際の吸気酸素濃度は応答性良好に目標吸気酸素濃度との偏差がゼロになるように調節され、機関の実際の $\text{NO}_x$ 生成量（濃度）が目標値に一致するようになる。

【0045】次に、図3を用いて、 $\text{NO}_x$ フィードバック制御の図2とは別の実施形態について説明する。図2の実施形態では、 $\text{NO}_x$ 濃度偏差に基づいて吸気酸素濃度偏差 $\Delta\text{O}_2$ を算出後、 $\Delta\text{O}_2$ と現在の吸気酸素濃度とに基づいて目標吸気酸素濃度 $\text{TO}_2$ を算出し、この目標酸素濃度に基づいてEGR弁23開度、スロットル弁27開度、及びVGT35開度の目標値を設定していた。

【0046】これに対して、本実施形態では吸気酸素濃度偏差 $\Delta\text{O}_2$ を算出後、この偏差 $\Delta\text{O}_2$ がゼロになるようにEGR弁23開度、スロットル弁27開度、及びVGT35開度をフィードバック制御する点が図2の実施形態と相違している。このように、EGR弁23開度、スロットル弁27開度、及びVGT35開度をフィードバック制御することにより、実際の機関吸気酸素濃度をより正確に $\text{NO}_x$ 生成量が目標値になる値に制御することが可能となる。

【0047】図3は、本実施形態の $\text{NO}_x$ フィードバック

10

20

30

40

50



ク制御を説明する図2と同様なフローチャートである。図3のフローチャートにおいて、ステップ301から315は、それぞれ図2のフローチャートのステップ201から215の各操作と同一である。本実施形態では、ステップ315で吸気酸素濃度偏差 $\Delta O_2$ 算出後、ステップ317では、EGR弁23開度、スロットル弁27開度、及びVGT35開度を $\Delta O_2$ がゼロになるようにフィードバック制御する。この制御は、例えば偏差 $\Delta O_2$ に基づくPID（比例、積分、微分）制御などの公知のフィードバック制御を用いることができるため、こ

【0048】次に、図4を用いて $NO_x$ フィードバック制御の別の実施形態を説明する。図2及び図3の実施形態では、筒内混合気濃度を算出する際に（ステップ207、ステップ307）、燃料噴射パラメータとして燃料噴射時期等の固定値を使用していた。しかし、実際には燃料噴射時期、燃料噴射量、噴射圧力等の燃料噴射パラメータは機関運転状態に応じて変更される。そこで、本実施形態では機関運転状態に基づいて設定される燃料噴射時期、燃料噴射量、噴射圧力等の実際の燃料噴射パラメータの値を使用して筒内混合気濃度を算出するようにしている。

【0049】図4は、本実施形態の $NO_x$ フィードバック制御を説明するフローチャートである。図4のステップ401では、図3ステップ301と同様に、燃焼圧データと吸気酸素濃度濃度 $RO_2$ が読込まれる。しかし、本実施形態では、次にステップ403で別途ECU30により実行される燃料噴射制御により機関運転状態（例えば機関回転数、アクセル開度、過給圧、冷却水温度等）に基づいて設定される燃料噴射時期、燃料噴射量、噴射圧などの燃料噴射パラメータが読込まれる。そして、ステップ405と407とで燃焼圧データと吸気酸素濃度とに基づいて熱発生率と燃焼温度とを算出した後、ステップ409では、これらの燃料噴射パラメータに基づいて筒内燃料分布が算出され、ステップ411では算出された筒内燃料分布と吸気酸素濃度とに基づいて筒内混合気濃度が算出される。これにより、算出される筒内混合気濃度はより現実のものに近くなる。

【0050】そして、ステップ413から417では算出した燃焼温度と混合気濃度とに基づく $NO_x$ 生成量の推定（ステップ413）、 $NO_x$ 生成量偏差の算出（ステップ417）及び $NO_x$ 生成量偏差の吸気酸素濃度偏差 $\Delta O_2$ への換算（ステップ419）が行われる。また、ステップ421では、図3ステップ317と同様に、算出された吸気酸素濃度偏差 $\Delta O_2$ に基づいて、EGR弁23開度、スロットル弁27開度、及びVGT35開度が、 $\Delta O_2$ がゼロになるようにフィードバック制御される。

【0051】このように、実際の燃料噴射パラメータを用いて算出した筒内燃料分布を用いて筒内混合気濃度を

算出し、この混合気濃度に基づいて $NO_x$ 生成量を推定することにより、 $NO_x$ 生成量の正確な推定を行うことが可能となり、図2、図3の実施形態に較べて更に正確な $NO_x$ 生成量の管理を行うことが可能となっている。

【0052】次に、図5を用いて $NO_x$ フィードバック制御の別の実施形態を説明する。上記の図4の実施形態では、筒内混合気濃度を算出する際に用いる燃料噴射パラメータとして実際の機関運転状態に基づいて設定される燃料噴射パラメータが用いられている。これに対し、本実施形態では機関の燃料噴射パラメータが車両運転者の機関出力トルク要求に基づいて設定される、いわゆるトルクデマンド制御が行われる点が相違している。トルクデマンド制御では、運転者の車両操作に関する情報（例えば、アクセル開度、変速機のシフトポジション、ステアリング角（舵角）等）に基づいて運転者の要求する機関出力トルクを推定し、この機関出力トルクを得るのに必要な機関燃料噴射パラメータが設定される。本実施形態のトルクデマンド制御では、例えば、運転者の要求する機関出力トルクの推定値に基づいて、機関の応答モデル（正確には逆応答モデル）を使用してこの機関出力トルクを得るために必要とされる燃料噴射パラメータが決定されるが、他の公知の方法により、運転者の要求出力トルクの推定と、この要求出力トルクに基づく燃料噴射パラメータの設定を行うことも可能である。

【0053】図5は、本実施形態の $NO_x$ フィードバック制御を説明するフローチャートである。図5の各ステップの操作は、ステップ503で燃料噴射パラメータが運転者の出力トルク要求（トルクデマンド）により決定されること、及びステップ515で $NO_x$ 生成量の目標値がトルクデマンドにより決定される機関運転状態に応じて設定されることが相違している以外は、図4の各ステップの操作と同一である。

【0054】次に、図6を用いて $NO_x$ フィードバック制御の別の実施形態について説明する。本実施形態では、図5の制御と同様にトルクデマンドにより燃料噴射パラメータと $NO_x$ 生成量目標値が設定される。また、 $NO_x$ 生成量目標値と $NO_x$ 生成量推定値との偏差を吸気酸素濃度偏差に換算し、この吸気酸素濃度偏差がゼロになるように、EGR弁23、VGT35、スロットル弁27等の吸気系制御要素がフィードバック制御される点も図5と同様である。

【0055】しかし、本実施形態では、トルクデマンドにより設定された燃料噴射パラメータを $NO_x$ 生成量偏差に応じて補正する点が図5の実施形態と相違している。前述したように、機関の $NO_x$ 生成量と、機関出力トルク、燃費とは互いにトレードオフの関係にある。このため、運転者の機関出力トルク要求のみに基づいてトルクデマンド制御により燃料噴射パラメータを設定すると、筒内燃料噴射分布は必ずしも $NO_x$ 生成量を低減する方向には設定されない。このため、トルクデマンドに

より設定された燃料噴射パラメータで機関を運転するとNO<sub>x</sub>生成量と目標値との偏差が大きい値になり、それに応じて吸気酸素濃度偏差も大きくなる。このため、吸気酸素濃度偏差をゼロにするためのEGR弁等の吸気系制御要素の操作量が大きくなり、これらの制御要素のみではNO<sub>x</sub>生成量を十分に低減できなくなる場合が生じる。

【0056】一方、トルクデマンド制御によらず、例えば図2から図4の制御のように常にNO<sub>x</sub>生成量が低減するように燃料噴射パラメータを設定していると、例えば急加速などのように大きな出力トルクが要求される場合に、十分な出力トルクが得られず運転者の要求に反する場合が生じる。そこで、本実施形態では、トルクデマンドにより算出した燃料噴射パラメータを運転者の出力トルク要求の程度に応じて、NO<sub>x</sub>生成量偏差がゼロになる方向に補正することにより上記問題を解決している。

【0057】機関のNO<sub>x</sub>生成量と機関出力とはトレードオフの関係にあるため、両方の要求を完全に満足させることはできない場合がある。しかし、運転状況（運転者の出力トルク要求の割合）を考慮して、NO<sub>x</sub>生成量と機関出力トルクとのどちらを優先させるかを予め決めておくことにより両方の要求をある程度満足させることは可能である。例えば、本実施形態では、車両の急加速の場合（すなわち、運転者の機関出力トルク要求が非常に大きい場合）には、出力トルクを優先し、多少NO<sub>x</sub>生成量が増大しても、機関出力トルクが増大するように燃料噴射パラメータを設定する。すなわち、この場合には、トルクデマンドにより設定された燃料噴射パラメータにより生成されるNO<sub>x</sub>生成量が目標値から比較的大きく離れていても、燃料噴射パラメータは補正しない。

【0058】一方、定常運転時等のように、運転者の出力トルク要求が比較的低い場合には、NO<sub>x</sub>生成量に対する要求を優先させ、トルクデマンドにより設定された燃料噴射パラメータを、NO<sub>x</sub>生成量と目標値との偏差に応じて補正し、偏差がゼロに近づくように燃料噴射パラメータを修正する。この場合には、NO<sub>x</sub>生成量と目標値との偏差が大きいほど燃料噴射パラメータの補正量は大きくなる。このように、本実施形態では、NO<sub>x</sub>生成量に対する要求と機関出力トルクに対する運転者の要求との両方を加味して燃料噴射パラメータを設定することにより、運転者の出力トルク要求をできるだけ満たしながらNO<sub>x</sub>生成量を目標値に近づける、いわゆる機関出力とNO<sub>x</sub>生成量との協調制御を行うことが可能となる。

【0059】図6は、本実施形態のNO<sub>x</sub>フィードバック制御を説明するフローチャートである。図6のフローチャートにおいて、ステップ601から607は、図5ステップ501から507と同一の操作である。すなわち、これらの操作では、燃焼圧データと吸気酸素濃度と

に基づいて、筒内熱発生率と燃焼温度とが算出されるとともに、トルクデマンド制御により燃料噴射パラメータが設定される（ステップ603）。

【0060】しかし、本実施形態ではステップ603で設定されたトルクデマンドに基づく燃料噴射パラメータをそのまま使用して燃料噴射を行うのではなく、NO<sub>x</sub>生成量偏差に基づいて燃料噴射パラメータを補正する。すなわち、ステップ609では、トルクを優先すべき運転状況かNO<sub>x</sub>生成量に対する要求を優先すべき運転状況かを判断し、例えば、NO<sub>x</sub>生成量に対する要求を優先すべき運転状況の場合にはトルクデマンドに基づく燃料噴射パラメータをNO<sub>x</sub>生成量偏差が小さくなる方向に補正する。そして、ステップ611では補正後の燃料噴射パラメータに基づいて筒内燃料分布が算出される。また、別途実行される燃料噴射制御操作では、上記補正後の燃料噴射パラメータに基づいて燃料噴射が行われる。

【0061】ステップ613からステップ623は、図5のステップ511から521とそれぞれ同一の操作である。すなわち、これらの操作では補正後の燃料噴射パラメータに基づいて算出された筒内燃料分布と吸気酸素濃度とから混合気濃度が算出され（ステップ613）、燃焼温度と混合気濃度とに基づいてNO<sub>x</sub>生成量が推定され（ステップ615）NO<sub>x</sub>生成量の目標値との偏差に基づいて吸気酸素濃度偏差が算出され（ステップ617から621）、吸気系制御要素が酸素濃度偏差がゼロになるようにフィードバック制御される（ステップ623）。上述のように、本実施形態によれば、運転者の出力トルク要求に応じながらNO<sub>x</sub>生成量を正確に管理することが可能となる。

【0062】

【発明の効果】各請求項に記載の発明によれば、機関のNO<sub>x</sub>生成量を正確に管理することが可能となる共通の効果奏する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を自動車用ディーゼル機関に適用した実施形態の概略構成を示す図である。

【図2】本発明のNO<sub>x</sub>フィードバック制御の一実施形態を説明するフローチャートである。

【図3】本発明のNO<sub>x</sub>フィードバック制御の図2とは異なる実施形態を説明するフローチャートである。

【図4】本発明のNO<sub>x</sub>フィードバック制御の図2、図3とは異なる実施形態を説明するフローチャートである。

【図5】本発明のNO<sub>x</sub>フィードバック制御の図2から図4とは異なる実施形態を説明するフローチャートである。

【図6】本発明のNO<sub>x</sub>フィードバック制御の図2から図5とは異なる実施形態を説明するフローチャートである。

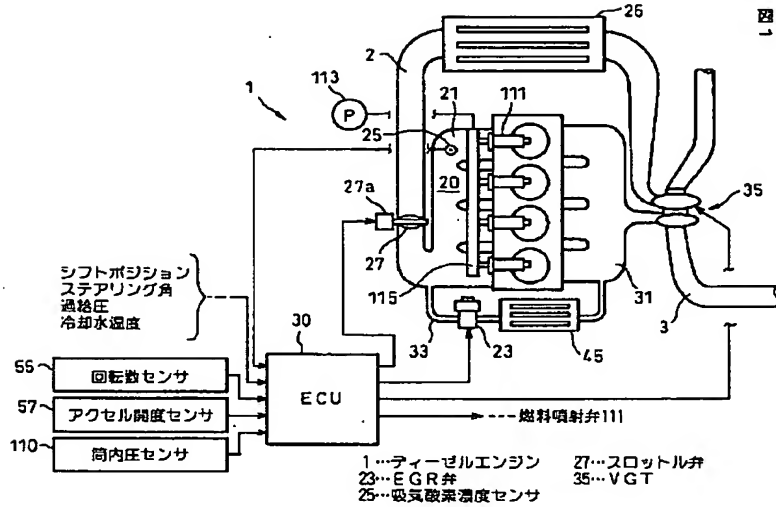
## 【符号の説明】

1…ディーゼルエンジン本体  
2…吸気通路  
23…EGR弁  
25…吸気酸素濃度センサ

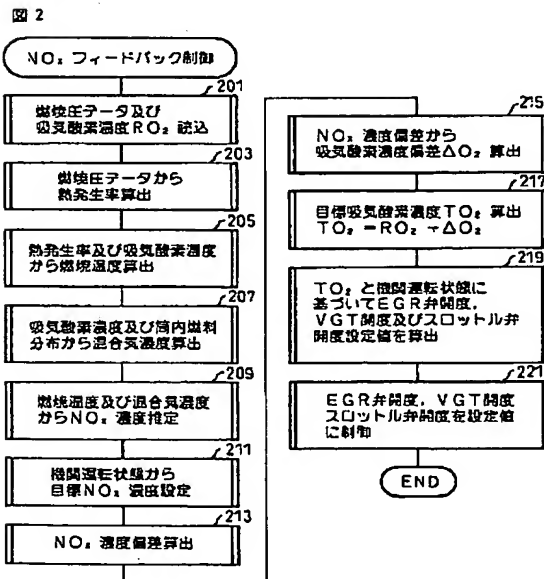
\* 27…スロットル弁  
30…電子制御ユニット(ECU)  
35…VGT  
110…筒内圧センサ

\*

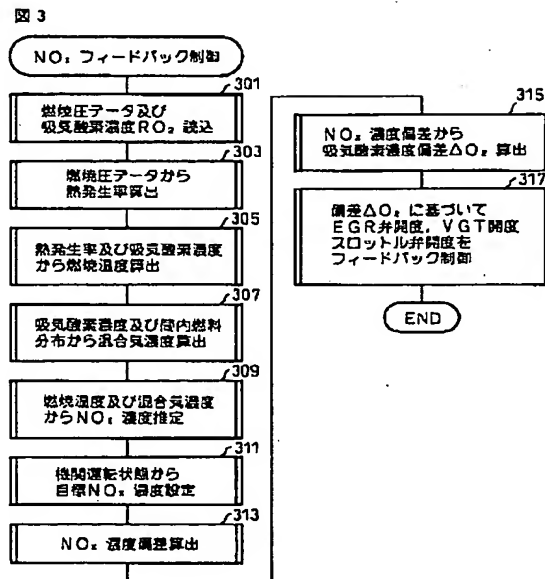
【図1】



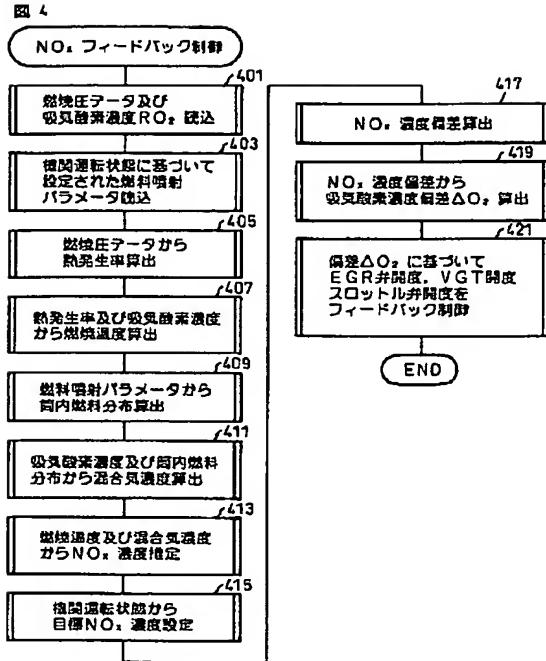
【図2】



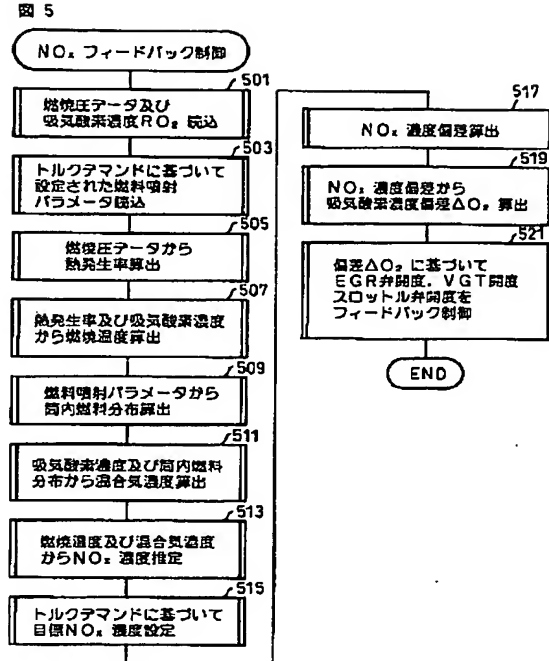
【図3】



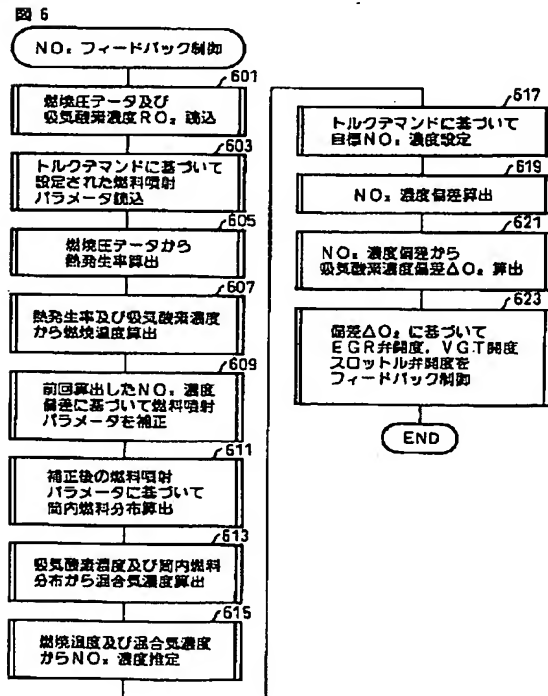
【図4】



【図5】



【図6】



## フロントページの続き

(51)Int.Cl.	識別記号
F 0 2 D 21/08	3 0 1
23/00	
41/04	3 6 0
45/00	3 6 8
F 0 2 M 25/07	5 7 0

F I	ターム (参考)
F 0 2 D 23/00	J 3 G 0 9 2
41/04	3 6 0 Z 3 G 3 0 1
45/00	3 6 8 S
F 0 2 M 25/07	5 7 0 D
	5 7 0 J
	5 7 0 P
F 0 2 B 37/12	3 0 1 Q

(72)発明者 松永 彰生  
愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

F ターム (参考) 3G005 DA02 EA15 FA35 GA04 GB25  
HA04 HA05 HA12 HA13 JA02  
JA22 JA24 JA36 JA39 JA42  
JA45 JB02 JB11 JB27  
3G062 AA01 AA05 EA11 EA12 FA08  
GA04 GA06 GA08 GA14 GA18  
GA24 GA30  
3G065 AA01 AA03 CA12 DA02 DA07  
FA11 GA04 GA09 GA10 GA16  
GA31 GA32 GA46 HA05  
3G084 AA01 BA05 BA08 BA09 BA20  
DA10 EB02 EB12 FA04 FA06  
FA10 FA12 FA20 FA21 FA29  
FA33  
3G091 AA02 AA10 AA11 AA18 AB16  
BA01 BA14 CB07 CB08 DB10  
DC01 EA01 EA07 EA12 EA16  
EA40  
3G092 AA02 AA17 AA18 AB03 BA02  
BA03 DB03 DC03 DC09 EA02  
EC01 FA17 HA06X HA16X  
HA16Z HD05Z HD07X HE08Z  
HF08Z HF12Z HF17Z  
3G301 HA02 HA11 HA13 JA25 LA01  
NA08 ND02 NE06 PA11A  
PA16A PC01Z PD02Z PE01Z  
PE08Z PF03Z PF07Z PF15Z